

铁路桥隧工实用技术教材

任成智 严晓东 王晓东 主编

中国铁道出版社

2005年·北京

前 言

铁路桥梁工、隧道工是保证铁路安全运行的基本工种,特别是在铁路不断提速,既有线改建,复线增建的今天,桥隧工的素质已成为决定铁路能否安全行车的关键因素。

铁路桥隧工种是一门实践性很强的技术,也是多个工种的集合。除了桥隧独有的专业技术还涉及到以下工种:线路工、木工、钢筋工、瓦工、吊装工、爆破工、电焊工、船舶作业;特别是在营业线上施工,桥隧工还必须掌握顶进作业、线路架空、行车组织等一系列技能。

为了适应新形势,确实提高职工素质,笔者结合铁道部对铁路干部职工进行 10 个工作日学习的要求,针对工人干部的现实水平和生产现状,编写了这本实用教材。初稿完成后,受到了工人们极大地欢迎:每日 150 人的大课堂 8 小时教学无人瞌睡。工人们多么渴望有这样一本看得懂、可操作,有现成理论数表,有实践经验总结的书啊!

在编写这本书时,笔者时刻提醒自己要记住两点:一是“实用”;二是给职工一个完整的桥隧概念。绝大多数的桥隧工一生才有这么一本专业书!

本书博采众长,融入了笔者 20 多年来的实践经验,有些经验是血的教训。本书删除了那些计算复杂而生产中根本没用的计算公式,把常用的理论都算成现成的表

格,使理论真正为干部职工所用。读者在使用本书时,要注意各种数据表的位置,施工维修的各种数据您几乎全能在书中找到。本书在介绍生产方案时,总是在先讲解它的基本原理,引导工人干部用理论的思维指导生产,再制定科学方案,从而在理论和实作间搭起桥梁。

在书中我们还介绍了一些常用的机械原理和各种机械的适用条件。这是因为生产工具是生产力的标志,现代生产中工具越来越重要,科学地选用、管理现代机具已是工人和干部必学的一课。

本书在编写时采用的施工规范和安全操作规程等标准主要有 TB 10415—2003、TBJ 286—2004、TB 10424—2003、TBJ 283—2004 等,以后在应用中还要结合新规范及时地进行更新。本书第一章~第二十章由任成智编写,第二十一章、第二十二章、第二十六章~第二十八章由王晓东编写,第二十三章~第二十五章及第二十九章由严晓东编写。由于我们的水平有限,实践和知识具有局限性,所以本书一定有不少缺点,希望广大读者给予批评指正,笔者诚心感谢!

编 者

2005. 10

目 录

工务、工程基础作业部分

第一章 桥隧工常用基础理论.....	1
一、基本概念和单位	1
二、基本理论和计算	2
三、常用结构的受力规律	5
四、土力学常用理论	7
第二章 铁路桥梁概述	11
第三章 模板作业	14
一、木材的常识.....	14
二、模板受力分析.....	16
三、拉模钢筋安设.....	17
四、模板制作.....	19
五、模板安装.....	21
六、木模板的加工安装质量标准.....	21
七、钢 模 板.....	22
八、看 模.....	23
九、模板备料.....	23
十、拆 模.....	23
十一、模板施工注意事项	24
第四章 混凝土施工常识与墩台灌注	26
一、混凝土的常识.....	26
二、组成混凝土的材料.....	26

三、混凝土的配合比	28
四、混凝土施工	30
五、混凝土表面质量控制和通病防治	34
六、混凝土外加剂	37
七、墩台混凝土灌注	39
第五章 特种混凝土	41
一、大体积混凝土	41
二、水中混凝土	41
三、泵送混凝土	43
第六章 钢筋作业	47
一、钢材的常识	47
二、钢筋的力学性能及分类	47
三、钢筋下料及弯制	48
四、钢筋绑扎	50
五、钢筋接长	51
六、钢筋绑扎安全注意事项	55
第七章 砌 石	56
一、浆 砌 石	56
二、干砌片石(护锥)	58
第八章 防 水 层	61
一、乙种防水层	61
二、丙种防水层	61
三、甲种热做防水层	61
四、甲种冷做防水层	62
五、TQF-1 甲种防水层	63
第九章 冬期施工	65
一、冻土施工	65
二、混凝土冬期施工	66
三、利用冬期施工	70

第十章 铁路标准梁常识及应用	72
一、钢 梁	72
二、钢 桁 梁	73
三、钢筋混凝土梁	73
四、预应力混凝土梁	74
第十一章 工字钢使用	76
一、工字钢的型号	76
二、工字钢架空施工	77
三、利用工字钢吊装和架梁	79
四、工字钢组合及技术要求	80
第十二章 钢轨使用及扣轨梁施工	82
一、钢轨型号和其他技术数据	82
二、钢轨在非铁路行车条件下的使用	82
三、吊轨扣轨施工	83
四、吊轨施工的安全技术要求	84
第十三章 爆破工程	86
一、常用爆破器材	86
二、爆破常识理论	90
三、打 孔	91
四、炮孔装药	92
五、一般爆破设计	93
六、铁路桥梁爆破设计	94
七、隧道爆破设计	95
八、爆破施工安全操作规程	97

营业线改建施工部分

第十四章 明挖基础施工	101
一、基础扩大开挖	101
二、基坑支护开挖	103
三、基坑排水	108

四、基底检验与处理	111
第十五章 桩 基 础	114
一、钻孔桩施工	114
二、挖孔桩施工	125
三、桩基承台	126
第十六章 沉井基础	128
一、沉井制造	128
二、沉井下沉	132
三、沉井纠偏	135
四、沉井防水围堰	136
五、沉井基底清理封底、填充	137
第十七章 预应力混凝土后张梁施工	139
一、材料设备的鉴定	139
二、钢丝和钢绞线	140
三、锚 具	141
四、张拉工具	143
五、钢丝伸长值与理论值比较	144
六、钢丝下料长度	144
七、张拉工艺	145
八、滑丝处理	145
九、张拉质量及要求	146
十、预应力混凝土梁预制注意事项	146
十一、安全注意事项	147
第十八章 工地吊装	149
一、吊装绳索	149
二、装吊机具	150
三、地 龙	152
四、移动拉力计算	154
五、几种常用的吊装计算	156
六、吊装信号	158

第十九章 架梁施工	160
一、钢梁架设	160
二、钢筋混凝土梁和预应力混凝土梁架设	162
三、钢筋混凝土梁和预应力混凝土梁支座安装	166
第二十章 营业线框构顶进施工	171
一、框构顶进的一般方法	171
二、框构预制	172
三、顶力计算	173
四、框构顶进及纠偏技术	175
五、框构就位	178
六、后背结构	178
七、封锁顶进施工安全注意事项	180
第二十一章 营业线桥涵改建常用方案及施工要点	182
一、便线便桥方案	182
二、用单孔 D 梁改建单孔小桥	184
三、单孔 D 梁改建 2 孔小桥	185
四、双孔框构 D 梁架空施工	187
五、框构顶进与台后减载	188
六、用工字钢架空改建涵洞工程	189
七、框构顶进横抬梁法	190
第二十二章 便桥施工	192
一、便桥的设计原则	192
二、枕木垛基础施工	192
三、投石基础	193
四、打桩基础施工	193
五、软弱地基处理	197
六、排架墩台	197
七、八三式钢支墩	198
八、桥台后背挡土板	200
九、护锥等防护工程	202

工务大维修部分

第二十三章 桥隧设备检查与维修	203
一、设备检查	203
二、常用检查方法	206
三、维修作业	210
四、常用维修方法介绍	211
五、桥隧建筑物保养质量评定	215
第二十四章 桥上线路和桥面系人行道	220
一、桥上线路技术标准	220
二、120~160 km/h 繁忙干线桥上线路技术标准	222
三、桥上无缝线路维修技术标准	223
四、钢梁桥面系和人行道	223
五、护轮轨和人行道作业标准	228
第二十五章 桥涵病害整治	232
一、钢梁、钢结构涂装	232
二、钢梁铆钉和高强螺栓的更换	237
三、结构病害与整治	239
四、桥梁防洪和石笼编制	245
五、桥梁冻害处理	247
六、桥梁振幅超限和基础加固	248
七、深水基础加固	249
八、梁位和支座调正	250
九、防水层更换	252
十、涵洞节间沉降整治	253
十一、喷射混凝土加固拱形桥涵	254
十二、提速梁横向张拉(并置梁加固)	255
十三、预应力混凝土梁横向预应力张拉案例	255
十四、框构桥和涵洞治水	262
十五、桥梁无缝线路断轨大修	263

第二十六章 隧道概论	265
一、铁路隧道的基本结构形式	265
二、隧道限界	266
三、隧道按长度分类	266
第二十七章 新奥法施工与喷射混凝土	268
一、新奥法支护原理	268
二、喷射混凝土施工工艺	268
第二十八章 隧道病害分析整治	274
一、隧道病害分析	274
二、隧道治水	275
三、拱部衬砌整治	277
四、边墙整治	277
五、凿除混凝土作业	278
六、隧道限界测量	279
七、作业车加工	279
八、泄水洞接长工程	279
九、隧道整体道床病害整治	280
十、隧道施工安全注意事项	282
十一、隧道养护	283
第二十九章 施工防护及常用工务安全知识	285
一、作业人员安全防护	285
二、慢行防护	285
三、施工封锁防护	290
四、材料堆放限界要求	294
五、放行列车的条件	294
六、桥梁工常用安全生产知识	296
七、工务施工“天窗”和封锁作业的申报程序	297
附录一、常用建筑材料单位体积重量	299
附录二、铁路桥隧建筑限界	300
附录三、D 型施工便梁主要尺寸和适用条件	302

附录四、各种轨枕技术数据和钢筋混凝土失效标准	303
附录五、螺旋道钉锚固用料与工艺	304
附录六、新大修材料和常用混凝土附加剂表	306
附录七、铁路桥隧工十个工作日学习试题库	308

内 容 简 介

本书是为铁路桥梁工、桥隧工、隧道工及相关技术人员编写。可作为铁路工务干部、工人 10 个工作日培训之教材和职工技能鉴定参考教材。本书内容全面,浅显易懂,确保职工看得懂、可操作。针对工作中的实际情况,重点讲解了现实生产中维修、改建、基建的作业方法和技术安全知识。本书特别适用于营业线施工和大维修作业。

图书在版编目(CIP)数据

铁路桥隧工实用技术教材/任成智主编. —北京:
中国铁道出版社, 2005. 12
ISBN 7-113-06765-4

I. 铁… II. 任… III. ①铁路桥-桥梁工程-技
术培训-教材②铁路隧道-隧道工程-技术培训-教材
IV. ①U448.13②U459.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 139085 号

书 名:铁路桥隧工实用技术教材
著作责任者:任成智 严晓东 王晓东
出版·发行:中国铁道出版社(100054,北京市宣武区右安门西街8号)
责任编辑:许士杰 编辑部电话:路(021)73142
印刷:北京市彩桥印刷有限责任公司
开 本:850 mm×1168 mm 1/32 印张:10.375 字数:275 千
版 本:2005 年 12 月第 1 版 2005 年 12 月第 1 次印刷
印 数:1~4 000 册
书 号:ISBN 7-113-06765-4/U·1845
定 价:30.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社发行部调换。

联系电话:路(021)73169

第一章

桥隧工常用基础理论

桥梁工常用基础理论和概念,是桥梁必备的理论基础。在生产中,我们天天和米、公斤、混凝土强度、摩擦力、压力、千瓦等单位打交道,同时我们在装吊结构,使用受力材料时,还必须有初步的力学知识和材料受力的常识,这样才能有目的的、科学的制定生产方案。本章我们选择一些施工中常用的概念和结构受力规律向大家讲解。请注意记住各种单位的英文字母。

一、基本概念和单位

1. 长度单位

国际上是以米为标准单位的,与其他单位换算关系如下:

1 米(m)=10 分米(dm)=100 厘米(cm)=1000 毫米(mm);

1 公里(km)=1000 m,1 市里=0.5 km,1 m=3 尺,1 km=0.5396 海里。

在建筑工程上常用 cm 单位;在钢铁结构上常用 mm 单位。

2. 面积单位

国际标准单位是平方米(m^2),与其他单位的换算关系如下:

$1 m^2 = 10\,000 cm^2 = 1\,000\,000 mm^2$

1 公倾=100 公亩= $1\,000 m^2$, $1 m^2 = 0.0015$ 市亩

3. 体积单位

国际标准单位是立方米(m^3),与其他单位换算关系如下:

$1 m^3 = 1\,000\,000 cm^3 = 1\,000\,000\,000 mm^3$

4. 容积单位

容积和体积意义相近,但有些物质常用容器计量,如油、水、酒等,国际单位 m^3 与其他单位换算关系如下:

$$1 \text{ m}^3 = 1\,000 \text{ 升}$$

1 升的体积正好是 1 公斤水,它是以 1 吨水为 1 m^3 进行换算的。

5. 重量单位

国际标准单位是公斤(kg),与其他单位换算关系如下:

$$1 \text{ 公斤(kg)} = 1\,000 \text{ 克(g)} = 2 \text{ 斤} = 2.204 \text{ 磅};$$

$$1 \text{ 吨(t)} = 1\,000 \text{ 公斤(kg)}$$

6. 比 重

比重顾名思义就是比较重量,把 1 m^3 水看成是 1t,其他是跟水作比较。例如原油是 0.88、铁是 7.8,说明铁是水的 7.8 倍重,油比水轻。详见附录二。

7. 时 间

$$1 \text{ 日(d)} = 24 \text{ 小时(h)}$$

$$1 \text{ 小时(h)} = 60 \text{ 分(min)} = 3\,600 \text{ 秒(s)}$$

8. 速 度

在单位时间内,物质移动的距离,国际单位是米/秒(m/s)。与其他单位的换算关系如下:

$$1 \text{ 米/秒(m/s)} = 3.6 \text{ 公里/小时(km/h)}$$

9. 功和功率

在使用机具时经常用到功率单位。功是物体沿着外力的方向移动的距离,一般用公斤·米;功率是在单位时间内所做的功。力学上应用较少,机电上多用千瓦,就是 1 小时能做多少千伏安的功。主要换算关系如下:

$$1 \text{ 千瓦(kW)} = 1.359\,6 \text{ 马力} = 101.971\,6 \text{ 千克} \cdot \text{米/秒(kg} \cdot \text{m/s)}$$

二、基本理论和计算

1. 热 学

温度:摄氏温度规定,冰水共存时的温度为 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$,符号是 $^{\circ}\text{C}$;水开时的温度(在一个大气压下)是 $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。一般的物质和水一样有三态变化:固态,液态和汽态。水在 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 和 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以下时是固态,在 $0\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 100\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时是液态;在 $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ 和 $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以上时变成汽态。钢铁

在 $1\ 350\ ^\circ\text{C}$ 时变为液态。物体的三态变化是物质吸热和放热的结果,水每升高 $1\ ^\circ\text{C}$ 需要的热量最大,其他物质都小于水,这种比较叫比热,水为 1 其他都小于 1,所以冬季施工给水加热最有效果。

物质的导热性能是我们冬季施工最常用的理论。光、物质和空气是三种常见的传热媒体。铜铁等传热最快;棉麻等传热较慢,这就是导热系数,单位($\text{kcal}/(\text{m}\cdot\text{h})$),详见表 13—1。我们通常所说的凉热实际就是导热系数,棉衣暖是因为它传出你身体的热量小,铁凉是因为它快速传出了你的热量。

2. 力的概念

力是物体间的互相作用。力有三要素:大小、方向、作用点,任何一个要素的改变都能改变力的作用效果。力的国际单位是牛顿(N),与其他单位的换算关系如下:

$$1\text{ 公斤力}(\text{kgf})=9.8\text{ 牛顿}(\text{N})$$

$$1\text{ 千牛顿}(\text{kN})=102\text{ kgf}$$

重力是物体由于受地球吸引力而产生的,我们平时所说的吨,公斤就是指地球的吸引力。公斤力作为一种现场常用的说法暂时予以保留,但不是规范的说法。

3. 摩 擦 力

一个物体在另一个物上产生运动或产生运动趋势时这时物体接触面上产了阻力就是摩擦力。当外力大于摩擦力时物体开始运动。摩擦力的大小于压力成正比,与摩擦面的光滑成度成反比,这个光滑度物理上叫摩擦系数。摩擦系数分静摩擦系数和动摩擦系数两种,物体开始运动时阻力最大称为静摩擦;运动起来就小多了,这叫动摩擦。计算公式如下

$$\text{摩擦力}(f)=\text{摩擦系数}(K)\times\text{压力}(N)$$

摩擦系数详见第十八章工地装吊(表 18—3)。

滚动摩擦最小,一般只有平面摩擦的 $1/10\sim 1/50$,所以车轮轴承被广泛应用。

4. 压强和大气压

一个单位面积上所受的压力就是压强。如 1 m^2 的面积上压

一个牛顿(N)就叫 1 帕(Pa),它是国际标准压强单位。工程上多用兆帕(MPa)=1 000 000 Pa 如 400 级混凝土,现写为 C40,它的强度是 40 MPa。MPa 与其他强度单位的换算关系是

$$1\text{MPa}=1\,000\,000\text{Pa}=10.2\text{kg/cm}^2$$

空气对地球有压力,在海平面时约为 1kg/cm^2 ,叫一个大气压,可以把水压到 10 m 高,自来水井就是这个道理。

压强在液体中有一个重要的规律:在密封条件下,给一处施加一个压强,这个压强就传递到液体的各个部位。

$$\text{压力}(P)=\text{压强}(F)\times\text{面积}(S)$$

这样只要用高压泵给油管制造一个高压强,油管连通顶镐,顶镐活塞面积大就可以产生巨大的推力。液压千斤顶就是这个原理。

5. pH 值

pH 值是检测物质酸碱度的指标。

pH 值 <7 溶液显酸性;

pH 值 $=7$ 溶液显中性;

pH 值 >7 溶液显碱性。

混凝土怕酸不怕碱,所以不能向模板上涂机油脱模,混凝土用水必须化验 pH 值。

6. 应力概念

在材料力学中,当物体受到拉力和压力时,单位面积上所承受的力,就是应力。和压强是同一性质,国际单位是帕(Pa)和兆帕(MPa)本书中大量使用的是 kg/cm^2 ,是为了方便工人理解和计算。一个材料能承受的拉力或压力:

$$P_{\text{拉}}=\text{容许拉应力}[\sigma]_{\text{容许}}\times\text{受拉面积}$$

$$P_{\text{压}}=\text{容许压应力}[\sigma]_{\text{容许}}\times\text{受压面积 } S$$

式中, P —kg; $[\sigma]_{\text{容许}}$ — kg/cm^2 ; S — cm^2 。

这样我们就可以计算一根钢筋的拉力了,也可以计算一下地面的承载力了。查表 1—1、表 3—4 和表 6—1 可以分别计算地面、钢筋和木材的承载力。

三、常用结构的受力规律

1. 简 支 梁

简支梁受力如图 1—1 所示。

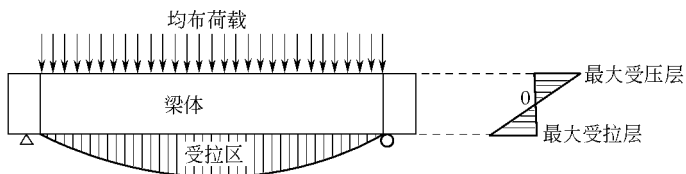


图 1—1 简支梁结构的拉应力

从图 1—1 可以看出梁中间受拉力最大，两侧变小，端头趋于 0。从右图可以知道在梁的横断面上，上部受压，下部受拉，中间却是 0，所以梁一般做成工字型，工字越高越合理，但实际应用时要考虑稳定性和其他因素，只能是适当高度，中间的腹板也要有一定的厚度。翼缘板中间是加厚的，这是因为中间受力大。

2. 连 续 梁

一片梁有 3 个以上支点的即为连续梁。受力特点如图 1—2 所示。

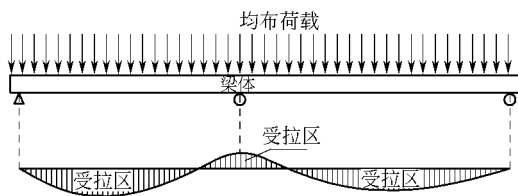


图 1—2 连续梁拉应力图

从图 1—2 可以看出每段梁下部都是受拉力，梁的上部只有支点附近为受拉区。

3. 悬 臂 梁

从图 1—3 可以看出梁上部受拉，下部受压，根部最大。

4. 水的侧压力和土的侧压力